

PS 201205P0

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月15日
Date of Application:

出願番号 特願2002-331550
Application Number:

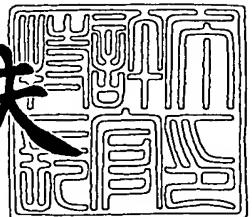
[ST. 10/C] : [JP2002-331550]

出願人 ヤマハマリン株式会社
Applicant(s):

2003年8月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3064888

【書類名】 特許願
【整理番号】 PS20120JP0
【提出日】 平成14年11月15日
【あて先】 特許庁長官殿
【発明者】
【住所又は居所】 静岡県浜松市新橋町1400番地 三信工業株式会社内
【氏名】 片山 吾一
【特許出願人】
【識別番号】 000176213
【氏名又は名称】 三信工業株式会社
【代理人】
【識別番号】 100100284
【弁理士】
【氏名又は名称】 荒井 潤
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 019415
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9500206
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システム

【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダ、該シリンダ内で4サイクル行程の往復動を行うピストン、縦方向に配設されて該ピストン往復動に従って縦方向の軸回りに回転し、プロペラ軸を介してプロペラを駆動するクランク軸、開閉に応じて前記シリンダと吸気系とを連通または遮断する吸気弁、開閉に応じて前記シリンダと排気系とを連通または遮断する排気弁、前記シリンダに対応して設けられた点火栓等を備えた船外機用4サイクルエンジンに適用され、前記シリンダ内で発生するノッキングを検出するノッキング検出手段と、ノッキング発生等の運転状態に応じて前記シリンダにおける点火時期を進角、遅角制御する点火時期制御手段と、少なくとも前記吸気弁の開閉タイミングを可変制御する可変カムタイミング機構とを有するノッキング回避制御システムにおいて、該ノッキング回避制御システムは、ノック制御演算手段を有し、該ノック制御演算手段は、

前記ノッキング検出手段のノッキング検出時に該検出したノッキングを低レベル側へ収束させるように前記点火時期制御手段によって点火時期を遅角制御し、

前記検出ノッキングが所定の低レベルに収束後に該所定の収束レベルを維持するように前記可変カムタイミング機構によって前記吸気弁の開閉タイミングを吸入空気の減量側へ補正制御することを特徴とする船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システム。

【請求項2】

前記吸気弁の開閉タイミングの補正制御は、吸入空気量を漸減するように前記吸気弁開閉タイミングの補正制御をすることを特徴とする請求項1に記載の船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システム。

【請求項3】

前記吸気弁の開閉タイミングの補正制御過程で前記ノッキングが前記所定の収束レベルにあると判断すると、前記点火時期制御手段によって点火時期を基準点火時期側へ漸次進角制御する請求項1又は2に記載の船外機用4サイクルエンジ

ンのノッキング回避制御システム。

【請求項4】

前記ノッキングの所定の収束レベルが維持されている間に前記点火時期制御手段によって点火時期が基準点火時期を越えて進角制御されたときは、前記可変動弁機構を駆動して前記吸気弁の開閉タイミングを吸入空気の増量側へ復帰制御することを特徴とする請求項3に記載の船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システム。

【請求項5】

請求項1から4のいずれかに記載のノッキング回避制御システムを備えた船外機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、船外機用4サイクルエンジンに関し、特に船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

動力用エンジン、特に船外機用エンジンは、主に排気ガス浄化の観点から、4サイクルエンジンが一般的に採用されており、この船外機用4サイクルエンジンは、アルミダイキャスト技術の向上による軽量化、防錆化などの機関の外郭的改良とともに低速域から高速領域にわたる高出力化、特に低速域、中速域における高トルク化による船外機加速性能の向上を図る対策や燃費向上策などの機関性能上の各種改良に対しても既に種々の提案がなされている。例えば、特許文献1には、低・中速域での加速時に少なくとも吸気カム軸に可変バルブタイミング機構を設けて吸気バルブの開閉タイミングを進角させ、吸気量を増加させることによりエンジントルクを増大化させる構成が開示されている。

【0003】

このような船外機における機関性能上の改良の一環として、最近は、エンジン損傷の原因となるノッキング回避策も提案されている。すなわち、一般的に4サ

イクルエンジンでは、点火時期の進角時にはノッキングが発生し易いことが知られ、過大なノッキングが発生すると、エンジンの振動やそれに伴うエンジン部品の損耗を招くため、点火時期を最適点火時期より遅角化させて、ノッキング回避を図るものである。この点火時期の遅角化によるノッキング回避制御方法は、ノッキング抑制効果が迅速に現れる有利性がある反面で、燃料消費率の悪化をきたし易く、更に排気熱損失が増大することによってエンジンからの排気温度が上昇する原因になるという問題がある。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-355466号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

依って、本発明は、上述した船外機用4サイクルエンジンにおける問題点を克服し、ノッキング発生を抑制し得るとともに燃料消費率の悪化と排気温度の上昇を極力抑制することのできる船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システムを提供することを目的とするものである。

【0006】

上記の目的を達成するために、本発明は、シリンダ、該シリンダ内で4サイクル行程の往復動を行うピストン、縦方向に配設されて該ピストン往復動に従って縦方向の軸回りに回転し、プロペラ軸を介してプロペラを駆動するクランク軸、開閉に応じて前記シリンダと吸気系とを連通または遮断する吸気弁、開閉に応じて前記シリンダと排気系とを連通または遮断する排気弁、前記シリンダに対応して設けられた点火栓等を備えた船外機用4サイクルエンジンに適用され、前記シリンダ内で発生するノッキングを検出するノッキング検出手段と、ノッキング発生等の運転状態に応じて前記シリンダにおける点火時期を進角、遅角制御する点火時期制御手段と、少なくとも前記吸気弁の開閉タイミングを可変制御する可変動弁機構とを有するノッキング回避制御システムにおいて、該ノッキング回避制御システムは、ノック制御演算手段を有し、該ノック制御演算手段は、

前記ノッキング検出手段のノッキング検出時に該検出したノッキングを低レベ

ル側へ収束させるように前記点火時期制御手段によって点火時期を遅角制御し、前記検出ノッキングが所定の低レベルに収束後に該所定の収束レベルを維持するように前記可変動弁機構によって前記吸気弁の開閉タイミングを吸入空気の減量側へ補正制御することを特徴とする船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システムを提供する。

【0007】

この構成によれば、船外機用4サイクルエンジンのシリンダ内でノッキングの発生が検出されると、制御操作に対する応答性が迅速な点火時期制御手段によって先ず点火時期の遅角制御によって検出したノッキングを低レベルまで収束させ、その収束後の低レベル状態が維持されて高レベルノッキングが再発しないように、可変動弁機構、つまりエンジンクランク軸に同期して回転するカムによって吸気弁の開閉動作のタイミングを可変制御する制御機構によってカム角度を相対的に位相変位させて吸気弁の閉弁タイミングを制御し、吸気量を減量側へ制御することにより、ノッキングの発生を抑制するものである。かかる点火時期遅角制御とカム角の位相変位を介して実行される吸気弁の閉弁タイミングの制御に基づく吸気量の減量制御との二段制御により、制御応答時間が短くて応答性の良好な前者の点火時期遅角制御では検出されたノッキングを迅速に低レベルへ収束させるからエンジンに対する損傷を可及的に回避でき、しかも後者の可変動弁機構により実行される吸入空気量の減量制御では前者の点火時期遅角化制御に不可避の燃料消費率の増加、いわゆる燃費の悪化を回避することが可能になるから、4サイクルエンジンを搭載した船外機の航続距離の増加等の実効を得ることができる。

【0008】

好ましい構成例では、前記吸気弁の開閉タイミングの補正制御は、吸入空気量を漸減するように前記吸気弁開閉タイミングの補正制御をすることを特徴とする船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システムが提供される。かかる構成とすることにより、可変動弁機構のカム角制御を介して実行される吸気弁の閉弁タイミングを制御して吸入空気量の減量制御を行う過程で、エンジンシリンドラ内におけるノッキング収束状況と吸気の減量補正值とを関連把握しながらノッキング抑制々御を繰り返し、エンジンシリンドラ内を確実に正常燃焼状態に復帰

させることができる。

【0009】

また、更に好ましい構成では、前記吸気弁の開閉タイミングの補正制御過程で前記ノッキングが前記所定の収束レベルにあると判断すると、前記点火時期制御手段によって点火時期を基準点火時期側へ漸次進角制御する船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システムが提供される。従って、点火時期の遅角状態を適切な進角状態へ早期に回復、保持する事が可能になり、エンジンシリンド内における4サイクル行程の作動悪化を招き、結果的に排気温度が上昇するのを防止することができ、また、アルミ系素材でなる排気系部品への熱影響を極力低減させて、船外機の熱損傷を防止する効果を得ることができる。

【0010】

更に好ましい構成では、前記ノッキングの所定の収束レベルが維持されている間に前記点火時期制御手段によって点火時期が基準点火時期を越えて進角制御されたときは、前記可変動弁機構を駆動して前記吸気弁の開閉タイミングを吸入空気の增量側へ復帰制御することを特徴とする船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避制御システムが提供される。このような構成から、ノッキング回避制御を行ってノッキング発生の抑制完了に伴う定常化復帰に応じて船外機用4サイクルエンジンの出力条件を改善し、早期に正常な出力状態へ復帰させることができあり、究極的には船外機用4サイクルエンジンの性能向上を図ることが可能になる。

本発明は特に船外機に適用することにより顕著な効果が得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下において、本発明を実施の形態の説明を介して更に詳細に説明する。

ここで、先ず、船外機の全体概略構成を、側面図である図1を参照して説明する。船外機100はクランプブラケット102によって船体101の船尾板101aに取付けられており、クランプブラケット102には上下のダンパ部材103によって推進ユニット104を弾性支持するスイベルブラケット105がチルト軸106によって上下に回動自在に枢着されている。

推進ユニット104は、カウリング107とアッパーケース108、ロアーケース109とで構成されるハウジングを有しており、アッパカウリング700、ロアカウリング701から成るカウリング107内には4サイクルエンジン10が収納されている。上記アッパーケース108はエキゾーストガイド11の下部に取り付けられている。船外機用エンジン10はエキゾーストガイド11によつて支承されている。この場合に船外機用エンジン10は、4サイクル多気筒エンジンである。

【0012】

4サイクル多気筒エンジン10には、クランク軸12が縦方向に配設されており、クランク軸12には、アッパーケース108内を縦方向に延設されたドライブ軸13の上端部分が連結されている。ドライブ軸13の下端部分は、ロアーケース109内に収納された前後進切換機構14に連結されており、前後進切換機構14からはプロペラ軸15が延長し、そのロアーケース109外へ突出する後端部分にはプロペラ16が取り付いてエンジン10の作動に応じて前または後進方向に船体101を推進駆動する。

【0013】

ここで本発明に係る4サイクル多気筒エンジン10の概略構成を図2、図3に基づいて説明する。図2は、船外機用4サイクルエンジンの側断面図、図3は、吸気弁と吸気系の構成を示す部分断面図である。

さて、4サイクルエンジン10は、水冷4気筒エンジンであって、図2に示すように4つの気筒を縦方向（上下方向）に配設して構成されており、シリンダボディ17にはそれぞれの気筒毎にシリンダ18が設けられている。そして、各シリンダ18には水平方向に摺動するピストン19が嵌装され、各ピストン19はコンロッド20を介してクランク軸12に連結されている。クランク軸12はクランク室21内に縦方向（図2の上下方向H-L）に延設されており、各ピストン19の往復直線運動はコンロッド20によってクランク軸12の回転運動に変換される。

【0014】

この4サイクルエンジン10は、それぞれの気筒毎に吸気バルブ22と図示に

現れない排気バルブとが備えられ、シリンダボディ17に被着されたシリンダヘッド23にはそれぞれの気筒毎に吸気ポート24と図示にない排気ポートが形成されている。これらの吸気ポート24と排気ポートとは動弁機構によって駆動される吸気バルブ22と排気バルブとにそれぞれ適当なタイミングで開閉され、エンジン10の後述吸気系または排気系と連通または遮断されることにより、所要のガス交換が遂行される。シリンダヘッド23はヘッドカバー26によって被覆されており、そのシリンダヘッド23にはそれぞれの気筒毎に点火栓25がねじ係合で装着されている。この点火栓25による4サイクルエンジン10の各気筒における点火は、後述する制御装置によって運転状態の検出値に基づいて演算された結果、予め設定されている基準点火時期に対して進角又は遅角した点火時期に実行され、例えば、本願発明に係るノッキング検出に基づいて点火時期が遅角されるものである。

【0015】

なお、図2には現れていないが、船外機用の4サイクルエンジン1には、更にスロットルボディがスロットル弁を内蔵して具備され、カウリング7内から吸入された外気がスロットル弁で計量作用を受けながら吸気マニホールドに流入し、更にそこから、吸気管130（図3参照）を経て上記シリンダヘッド23に形成された吸気ポート24へ吸入されるようになっている。しかも、その途中で、吸気管130内においてインジェクタ31から適当なタイミングで噴射される所定量の燃料と混合されて所望の空燃比の混合気を形成して各気筒で燃焼に供される。つまり、上述したスロットル弁を内蔵したスロットルボディ、吸気マニホールド、吸気ポート24等によってエンジン吸気系が形成されているのである。そして、吸気弁22は開閉動作によって吸気系と各気筒のシリンダ18との間を連通、遮断するものである。それぞれのシリンダ18内で混合気の燃焼で発生した排気は図示にない排気バルブの開弁時に排気ポート、排気マニホールド等からなる排気系に流れ、そこから水中に排出される。

【0016】

さて、各吸気バルブ22は、シリンダヘッド23に既述のように水平方向に摺動自在に保持され、スプリング32によって閉弁側に付勢されている。同様に排

気バルブもシリンダヘッド23に水平方向に摺動自在に設けられ、対応のスプリングによって閉弁側に付勢されている。

【0017】

他方、シリンダヘッド23の左右、つまり図2に矢印Fで示す船外機の前方に向かって左右に吸気カム軸33と排気カム軸（図2に現れていない）がクランク軸12と平行に縦方向にそれぞれ配設されている。これらの吸気カム軸33や排気カム軸はクランク軸12と適宜のベルトプーリ機構などを介して同期回転可能に設けられ、かつそれぞれのカム軸33等が吸気バルブ22、排気バルブを開閉駆動するカムを装着、保持しており、図2には、本発明に関与する吸気バルブ22を、バルブリフタ37を介することにより開閉作動する吸気カム33aが吸気カム軸33に装着されている。

【0018】

ここで、図3に明示するように上記吸気カム33aは、カム作用部33a1と非カム作用部33a2とを有し、前者がバルブリフタ37を押動すると吸気バルブ22がスプリング32に抗して開弁動作するものである。そして、この吸気カム軸33に装着された吸気カム33aは、ヘッドカバー26に取着された燃料ポンプ131を揺動軸151に関して揺動可能な揺動アーム部材150を介してポンプ駆動し、吸気バルブ22の開閉動作と協働して燃料を既述の燃料噴射弁31に供給するようになっている。然しながら、燃料ポンプ131自体に関しては、本発明に直接的には関与しないので、ここではその構成、作用に就いては省略する。

【0019】

ここで、吸排気バルブの開閉を駆動する動弁機構に就いて、吸気バルブ22に基づき、以下に図2及び図4を参照しながら説明する。すなわち、船外機用4サイクルエンジン10においては、吸気カム軸33の上端には可変カムタイミング機構（以下VCT機構と記載する）40が設けられており、このVCT機構40によって吸気バルブ22の開閉タイミングがエンジン運転状態に応じて制御される。

【0020】

VCT機構40は、油圧によって駆動されるもので、図示にないオイルポンプから圧送される所定圧のオイルはシリンダヘッド23に形成された油路41及びペアリングキャップ35に形成された油路42を経てオイルコントロールバルブ43へと供給される。

【0021】

このオイルコントロールバルブ43に供給されたオイルは同オイルコントロールバルブ43によって切り換えられて油路44又は油路45（図4参照）を通過してVCT機構40に供給され、これによってVCT機構40が駆動されて吸気バルブ22の開閉タイミングが制御される。

【0022】

更に詳述すると、図4に明示するように、VCT機構40はハウジングとしての入力部材55の内部にロータとしての出力部材56を同心的かつ相対回転可能に収納して構成されている。スプロケット47は吸気カム軸33の上端に回動可能に支持され、VCT機構40の入力部材55は、スプロケット47の上面に適宜本数のねじボルトによって取着され、出力部材56は吸気カム軸33の上端外周に嵌合されてボルト58によって吸気カム軸33に取付けられている。

【0023】

また、入力部材55には、ボルト58の取付孔55aを塞ぐカバー300が取付ボルト301等の取付部材又は該取付孔55aへの嵌合によって被着されている。出力部材56の外周には複数のベーンが略等角度ピッチで外向き放射状に一体に形成されており、それぞれのベーンは入力部材55の内周面にシール部材を介して当接することによってその左右に油室S1、S2をそれぞれ画成している。

出力部材56の上下には切欠円状の油溝60、61がそれぞれ形成されており、上方の油溝60は出力部材56に放射状に形成された油孔62を介して一方の油室S1に連通しており、下方の油溝61は出力部材56に放射状に形成された油孔63を介して他方の油室S2に連通している。

【0024】

ここで先に図2を参照して記載したオイルコントロールバルブ43はソレノイ

ドバルブであり、シリンダ内で進退するバルブロッドにより油流方向を切り換えて油路44又は油路45を、油溝68、69を介して油路70又は71に選択的に連通し、それらの油路70又は71を通ってVCT機構40の油室S1又はS2に選択的に供給される構成と成っている。

上述のようなVCT機構40は、4サイクルエンジン10が始動されてクランク軸12が回転駆動されると、適宜のベルトプーリ機構を介してスプロケット47へ回転が伝動され、従って入力部材55がクランク軸12の回転速度に対して所定の減速比の速度で回転駆動される。

【0025】

VCT機構40の入力部材55の回転は油室S1、S2内のオイルを介して出力部材56に伝達され、出力部材56が吸気カム軸と一体に回転する。そして、吸気カム軸33が回転駆動されると、吸気カム軸に形成された吸気カム33aによって吸気バルブ22が適当なタイミングで開閉されるが、VCT機構40内の油室S1、S2にオイルを選択的に供給して出力部材56を入力部材55に対して相対回転させることにより、出力部材56と一緒に回転する吸気カム軸33の位相を変化させ、吸気カム軸33に形成された吸気カム33aによって開閉される吸気バルブ22の開閉タイミングを制御することができる。

【0026】

すなわち、VCT機構40の出力部材56が入力部材55に対して相対回転することによって該出力部材56と一緒に回転する吸気カム軸33の位相が変化し、これによって吸気バルブ22の開閉タイミングが進角又は遅角されるのである。

【0027】

次に、本発明に係る船外機用4サイクルエンジンに適用されるノッキング回避制御システムの一例の構成に不可欠なエンジン制御装置に就いて、図5を参照して説明する。なお、図5に示すエンジン制御装置は、既述した4サイクルエンジン10の運転状態を検出してそれぞれの気筒毎に行われる主としてエンジンの点火時期制御と、吸排気バルブの開閉、特に吸気バルブ22のVCT制御とを遂行するシステムの形成に必須の各手段を備えた制御装置であり、以下に記載する各

種の手段に加えて図示を省略した周知のROMやRAM等のメモリー手段、信号の入出を制御するインターフェース手段等も備えているものと理解すべきである。

【0028】

さて、船外機用4サイクルエンジン10に適用、具備される制御装置（ECU）80は、回転数演算手段81、実カム角演算手段82、目標カム角演算手段83、OCV（オイルコントロールバルブ）制御値演算手段84、燃料噴射量制御手段85、目標の点火時期を演算して点火栓に点火信号を送出、制御する点火時期演算手段86、ノック状態演算手段87、運転状態判定手段88、ノック制御演算手段89等を備えている。

【0029】

制御装置80には、運転状態検出手段90から運転状態検出信号が入力される。運転状態検出手段90は、スロットルポジションセンサS11、吸気圧センサS12、油圧センサS13、水温センサS14、機温センサS15、ノックセンサS16、シフト操作検出手段88、シフト位置検出手段89、AFセンサS19、吸気温センサS20等のそれぞれのセンサ等で構成される。

【0030】

また、上述した運転状態検出手段90の各種センサに加えて、ノックセンサS16、第一のカム角センサS21、第二のカム角センサS22が設けられており、それぞれ、シリンダ18内におけるノック状態の検出、クランク軸12の回転に関する基準タイミング信号、吸気カム軸33に装着された吸気カム33aのカム角信号等を検出する。

【0031】

さて、制御装置80の燃焼燃料噴射量制御手段85は、第一のカム角センサS21から回転数演算手段81で演算されたエンジン回転数に基づき、運転状態判定手段88で判定された運転状態に応じてインジェクタ31からの燃料噴射量を制御する。

【0032】

回転速度演算手段81には、カム角センサS21からクランク軸12の回転によって検出される基準タイミング信号が入力され、この基準タイミング信号が入

力され、この基準タイミング信号に基づいてエンジン回転速度を演算する。実カム角演算手段82には、第二のカム角センサS22から吸気カム軸33の回転によって検出される吸気カム33aの実際のタイミング信号が入力され、そこで実カム角を演算し、運転状態判定手段88を介して目標カム角演算手段83へ送出する。

【0033】

このとき、目標カム角演算手段83は、運転状態判定手段88による運転状態の判定を加味して上記実カム角に基づいた目標カム角を演算し、運転状態判定手段88にフィードバックすると同時にOCV制御値演算手段84を経てオイルコンロールバルブ43を作動し、その結果、VCT機構40を経て吸気カム軸33の吸気カム33aの位相角度の変位制御を行うようになっている。そして、吸気カム33aの位相角度制御を介して、吸気バルブ22の開閉タイミングが制御されるのである。

【0034】

なお、排気カム軸34に装着された排気カムを介して各気筒の排気バルブ50が適正なタイミングで開閉され、気筒シリンダ18から燃焼後の排気を排気系は排出することは、周知の通りである。

【0035】

また、制御装置80には、図示にないROM等の記憶手段に種々のエンジン運転状態に応じた基準点火時期が予めマップ値として記録されており、他方、運転状態検出手段90の各種センサや検出手段類からの検出信号や、上記の第一、第二のカム角センサS21、S22、ノックセンサS16等のそれぞれの信号がエンジン制御装置80の運転状態判定手段88へ入力されていることから、制御装置80の点火時期演算手段86が点火時期の補正值を演算し、上記マップ値と補正值とから、その運転状態における目標点火時期を演算し、演算値に従って点火信号を点火栓25に送出して所望の進角又は遅角量下で点火栓25を作動させる構成を有している。

【0036】

そして、本発明は、ノックセンサS16によるノック信号を制御装置80にお

けるノック状態演算手段87へ入力し、そこでノック状態を演算し、運転状態判定手段88を介してノック制御演算手段89へ入力することにより、エンジン10内におけるノック状態を判定しながら、ノッキング回避及び抑制の判断と演算とを実行する。そして、運転状態判定手段88を介して或いは直接的に上述のOCV制御値演算手段84や点火時期演算手段86へ所要の制御信号を入力することによって、エンジン10内部におけるノッキング発生に対応して前述のVCT機構40による吸気カム33aの位相制御を介して吸気バルブ22の開弁タイミングを制御し、また、点火時期演算手段86の演算、制御作用を通して点時期の遅角制御を実行してノッキング回避制御を遂行するシステムを形成するものである。

【0037】

次に、ノックセンサS16の検出信号に基づいて4サイクルエンジン10にノッキングの発生が検出された場合に、制御装置80の制御作用下で遂行されるノッキング回避制御動作を図5のシステム構成と共に図6に示すフローチャート及び図7に示す波形図を参照して説明する。

【0038】

なお、図7の波形図は、経過時間tを横軸としたノッキング回避、抑制制御過程におけるノッキングのレベル状態、予めマップ化して記録されている基準点火時期に対するノッキング回避制御のために遂行される点火時期の遅角側又は進角側への変位量、同じくノッキング抑制制御のために遂行されるVCT機構40（図4参照）による吸気バルブ22の開閉タイミング（吸気カム33の位相変位量）の制御による吸入空気量の変動量を示した波形図である。

【0039】

ノックセンサS16は、エンジン10の作動中は、常にシリンダ18内における例えばピストン作動状態等のノッキング関連信号を検知し得るように設けられていると共にその検知信号を常時、上記のノック状態演算手段87へ送出、入力し、そこでノッキングの発生の有無が判定される。つまり、ノックセンサS16とノック状態演算手段87とでノック検出手段が構成されていると理解することができる。

【0040】

他方、制御装置80においては、図5に図示が無いタイマー手段から、常に所定のクロックタイミングでノック制御演算手段89へクロック信号が入力され、ノッキング回避抑制の制御サイクルが繰り返し遂行されるようになっている。従って、上記ノックセンサS16の検知信号が制御装置80へ入力されると、ノッキングの回避、抑制を図るべく制御動作が開始される。なお、ノックセンサS16の検知信号は、図7のノッキングレベル状態におけるレベルの上昇開始時間t1に発生する。

【0041】

こうして先ず、図6に示すフローチャートのステップST1において、ノッキング状態の判定が遂行される。ステップST1でノッキング状態が無い(NO)と判定される通常の場合には、ノック制御演算手段89からはノッキング回避、抑制の起動信号が発生しないので、エンジン10には通常通りの所定の点火時期で4サイクル行程のエンジン動作が継続される。つまり、ステップST2で示すように、所定角度の点火進角が維持される。つまり、この所定角度の点火進角は、他の運転状態検出、例えばトルク状態等に基づいて基準点火時期に対して所望の点火時期への進角制御が、点火時期演算手段86を介して遂行されることを言う。

【0042】

ステップST1でノッキング状態が有り(YES)と判定された時には、ノック制御演算手段89からはノッキング回避、抑制の起動信号が発生し、ステップST3において、点火時期演算手段86を介して所定角度の点火時期遅角が直ちに遂行される。点火時期遅角の開始は、図7の点火時期の波形図において、時間t1に起きていることがわかる。

【0043】

点火時期遅角化は迅速にノッキングの回避効果をもたらすが、発生したノッキング状態が回避、収束状態に向かっているか否かがステップST4において演算される。この演算はもちろん、ノック制御演算手段89で遂行される。

【0044】

そして、図7に示すようにノッキングのレベル状態が、不良レベル維持を回避し、正常レベル（正常なエンジン作動レベル）へ向けて抑制傾向となったとき（時間t2）、その時点から所定の時間経過の間における点火時期の平均値、つまり、平均点火時期SAaveが演算される（ステップST5）。

【0045】

ステップST5における平均点火時期SAaveの演算値は記録され、次いでステップST6において、ノッキングの抑制収束状態の判定が行われる。このステップST6におけるノッキング抑制収束状態の判定の結果、収束状態が悪化している場合(NO)には、再びステップST1に戻ってノッキング回避、抑制のためのノッキング状態判定が遂行される。

【0046】

他方、ステップST6におけるノッキング抑制収束状態の判定の結果、収束状態を維持している場合(YES)には、直ちに基準点火時期SA0と先に求めた平均点火時期SAaveの演算値との偏差 $\Delta\theta$ が演算される（ステップST7）。この点火時期の偏差 $\Delta\theta$ は、図7に示すように、予め4サイクルエンジン10に設定されてマップ値として記憶されて基準点火時期SA0を中心としてエンジン10の最適な点火時期限界、つまり最適遅角限界値 θ_1 と最適進角限界値 θ_2 に対するノッキング回避目的の点火時期遅角値の平均値SAaveとの偏差を意味するものであり、かつ現在の点火時期が最適な点火時期限界に対してどれ位の角度だけ遅角側へ変位されているのか、或いは進角側へ変位されているのかを示す値である。

【0047】

点火時期の偏差値 $\Delta\theta$ が演算されると、次にステップST8でエンジン10の現在の点火状態の判定が行われる。すなわち、 $\Delta\theta < \theta_1$ の判定が行われ、判定結果がNOの場合には、点火時期の遅角補正が行われていないものと判定して、ステップST9へ進む。他方、判定結果がYESの場合には、ノッキング発生に応じて点火時期の遅角補正が行われたものと判定して、更にステップST10へ進む。

【0048】

ステップST10では、本発明の特徴点となる吸気バルブ22の開閉タイミン

グを、VCT機構40により吸気カム33の位相角の補正変位を介して制御することによって（VCT補正）、吸気系からの吸入空気量を低減（空気量減）させて、ノッキングの収束、抑制を達成する際に必要な吸入空気の低減量、つまり、VCT補正量を演算する。この場合に、空気量の減少は、必然的に吸入する燃料量の減少を生じさせることになる。

【0049】

他方、ステップST8で点火時期の遅角補正が行われていないと判定されてステップST9へ進められた場合には、 $\Delta\theta > \theta_2$ の判定が行われる。この判定結果で、N0の場合には、現在の点火時期が最適点火時期の範囲で実行されているものと判定し、従って、エンジン10は、その時点で正常な作動を行っているものと判定されるから、通常の運転状態信号の検出を行って、新たにノッキング回避、抑制の制御ルートへ戻る。

【0050】

$\Delta\theta > \theta_2$ の判定結果がYESの場合には、すでにステップST6における判定結果で、エンジン10はノッキング抑制、収束状態にあるものと判定されていることから、ステップST11で、ノッキング抑制、収束のために低減された吸入空気量を再び通常の吸入空気量に戻し、所要のエンジントルクを確保するために、VCT機構40による吸気カム33の位相角の補正（VCT補正）、すなわち、この場合には空気量ないし吸気量の増量側への補正を遂行するための演算が実行される。

【0051】

ステップST10、ステップST11の何れの場合にも、演算終了後にステップST12は進んで、ここで、既に従前に実行されたVCT機構40による吸気バルブ22の開閉タイミング補正制御が収束しているか否かの判定が遂行され、YESの場合には、ステップST13において、VCT機構40を介して実行される吸気バルブ22に対する開閉タイミングを従前に演算した空気量減又は空気量増の演算値に置換するための補正が遂行される。なお、VCT機構40による空気量減又は空気量増の制御においては、実際の吸気バルブ22の開閉タイミングの補正変位と目標の補正変位との間には、機構要素の作動遅れに起因した遅れ

があり、故に、図7におけるVCT目標角（吸気カム33の目標変位角）のグラフに示すように、段階的な空気量変化が行われるので、ステップST12におけるVCT制御収束状態の判定が必要となるものである。

【0052】

他方、ステップST12でNOと判定された場合には、既に前回に実行されたVCT機構40による吸気バルブ22の開閉タイミング補正制御が未だ終了していないものと判定し、ノッキング抑制、収束を維持するためのVCT機構40による空気量ないし吸気量低減の制御動作が継続しているものと判定して、再びステップST1のノッキング発生状態の判定ステップへ進んで新たなノッキング回避、抑制ループによる制御動作が遂行される。このようにして、図7に示すノッキングレベルの波形図において、ノッキングのレベルが正常なレベルに復帰するまで、ノッキング回避、抑制の制御動作が繰り返し継続される。

【0053】

以上に記載した4サイクルエンジン10のノッキング回避、抑制の制御は、図5に示した、運転状態検出手段87におけるノックセンサS23、制御装置80の構成要素における実カム角演算手段82ないしノック制御演算手段89の諸手段、吸気カム33のタイミング信号を検出する第二のカム角センサS22、VCT機構40等により構成されるノッキング回避システムによって遂行されるものであり、このようなノッキング回避制御システムによって点火時期の遅角化と吸気バルブの閉弁タイミング制御による吸入空気量低減補正との両者を遂行し、船外機用エンジンのノッキング回避、抑制制御を図ることにより得られる作用効果の典型例が図8に示されている。

【0054】

すなわち、図8のグラフ図は、船外機用4サイクルエンジン10を、従来のように点火時期の遅角制御だけでノッキング回避、抑制の制御を遂行する場合と、本発明に係る点火時期の遅角制御をノッキング発生初期段階で直ちに実行し、次いで吸気バルブの閉弁タイミングを吸気カムのカム角の位相変位で吸気量低減制御を実行してノッキングの抑制、収束によりノッキングレベルの収束状態維持を併せて実行する場合との両者に就いて、エンジン回転速度を横軸に、トルク特性

と吸入空気量、従って燃料消費量とを縦軸に取って示したグラフ図であり、前者が図8（イ）、後者が図8（ロ）である。

【0055】

図8を対比すると、前者の点火時期の遅角化のみでノックキングの回避、抑制を図る従来からの制御方式の場合と、後者の点火時期に遅角化+吸入空気量低減とを組み合わせた本発明に係る制御方式の場合とでは、最適点火時期運転（図7に示した基準点火時期SA0を中心として遅角限界値 θ_1 と進角限界値 θ_2 との間にある点火時期範囲）時もノックキング発生に伴うノックキング回避、抑制制御運転時もエンジンの出力トルク値は、同図（イ）、（ロ）における左右の細線表示と太線表示のように略同じであるが、吸入空気量、従って燃料消費量が、前者では最適点火時期運転時もノックキング回避、抑制運転時も細線、太線が略重なって同じであるのに対し、後者の場合には太線表示で示す如く、吸入空気量、すなわち燃料消費量が最適点火時期運転時に対比して顕著に低減しており、このことはノックキング回避、抑制制御時には最適点火時期運転時よりも燃料の節減を図ることが可能であることを示していることが分かる。

【0056】

なお、図9の（イ）、（ロ）、（ハ）及び（ニ）のグラフは、予め想定したオクタン価の燃料（細線表示）と、それより低いオクタン価を有する低品質燃料（太線表示）とで運転する場合に対して、オクタン価が異なることに対して、エンジン10に対してVCT機構40による吸気バルブ22の閉弁タイミングの進角量と目標点火時期演算手段86と介して遂行されるVCT制御量と点火時期の進角量とを定性的に参考表示したものである。この図9からは、燃料のオクタン価等のいわば、エンジン機能以外の外的ノックキング要因が異なる場合には点火時期遅角とVCT機構40による吸気カム位相補正制御とが如何にエンジン回転速度に応じて実行されるかを示し、図9の（イ）は、燃料のオクタン価に関わらず吸気カム位相補正制御は行われないことから、細線、太線が略重なっている。他方、図9の（ハ）は、オクタン価が高い想定オクタン価の場合（細線）には吸入空気量の変化が大きく、故に燃費低減効果が比較的顕著に現れるが、低オクタン価の燃料の場合（太線）では、吸入空気量の変化が小さく、故に燃費低減効果がや

や劣化する様子を示している。

【0057】

【発明の効果】

以上に記載し、説明したように、本発明によれば、船外機用4サイクルエンジンに適用されるノッキング回避、抑制のためのノッキング回避制御システムは、運転状態の検出においてノッキングの発生が検出されると、各気筒で最初の過では応答時間の短い点火時期の遅角化を行ってノッキングのレベルを迅速に正常なレベルへと抑制し、次いで吸気バルブの開閉機構である吸気カムにおけるカム位相を補正して、各気筒への吸入空気量を低減させる吸気減量によるノッキング収束状態の維持制御を併用するから、点火時期の遅角だけでノッキング回避、抑制を図る場合に比較して、制御動作中に確実に燃料消費量の低減を図ること、つまり、燃費低減を果たすことが出来るという効果を奏するのである。また、燃料のオクタン価等のいわゆるエンジン機能自体とは異なる外的なノック要因で発生したノッキングが抑制、収束状態へ復帰されると、そのような外的ノック要因に応じた最適運転状態が可能になり、いわば、エンジンに想定される運転条件を外れたエンジンユーザーの恣意的な運転条件の変更にも対処して良好な船外機用4サイクルエンジンの作動を可能にすると言う効果も奏するのである。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 船外機の全体的な構成を略示した側面図である。
- 【図2】 船外機用4サイクルエンジンの断面図である。
- 【図3】 同エンジンの燃料ポンプと吸気系の配置とを示した断面図である。
- 【図4】 同エンジンの可変カムタイミング（VCT）機構と吸気バルブの頭部構成を示す断面図である。
- 【図5】 船外機用4サイクルエンジンに対して適用される制御装置と運転状態検出装置との構成を示したブロックダイアグラムである。
- 【図6】 本発明に係る船外機用4サイクルエンジンのノッキング回避、抑制制御のフローチャートである。
- 【図7】 ノッキング回避、抑制制御のノッキング発生から、収束抑制状態に至る間のノッキングレベル、点火時期の遅角量変位、可変バルブタイミング機構に

による吸入空気量（燃料量）の補正量を示したグラフ図である。

【図8】 (イ)、(ロ)は、本発明のノッキング回避制御システムによるノッキング回避、抑制制御によって得られる作用、効果に関して説明するグラフ図である。

【図9】 (イ)～(ハ)は、エンジン回転数に対して、異なるオクタン価燃が使用される際の適用される点火時期の進角量、VCT機構による吸気バルブ閉弁タイミング補正量を定性的に示したグラフ図である。

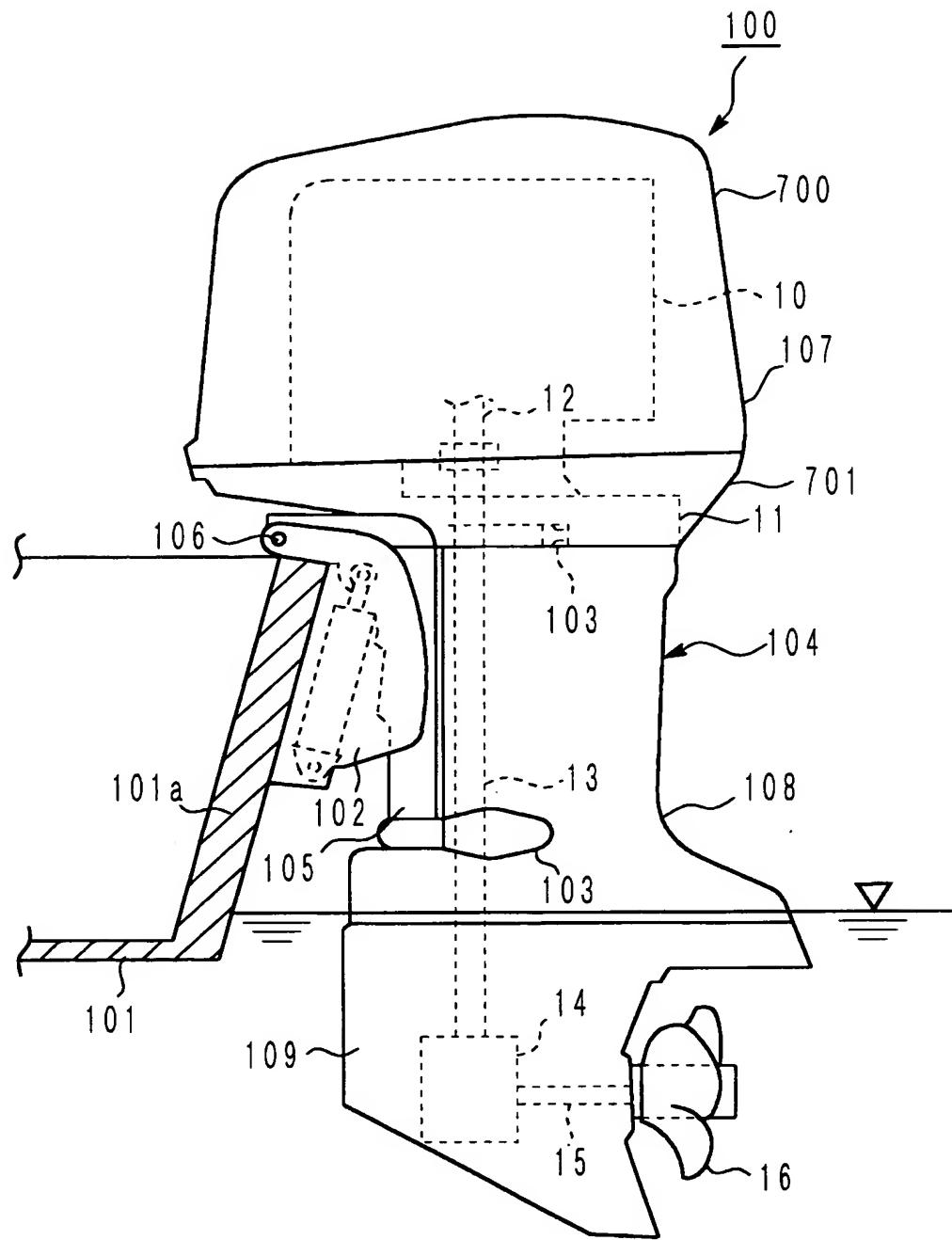
【符号の説明】

10：4サイクルエンジン、11：エキゾーストガイド、12：クランク軸、
 13：ドライブ軸、14：前後進切換機構、15：プロペラ軸、
 16：プロペラ、17：シリンダボディ、18：シリンダ、19：ピストン、
 20：コンロッド、21：クランク室、22：吸気バルブ、
 23：シリンダヘッド、24：吸気ポート、25：点火栓、26：ヘッドカバー
 、
 31：インジェクタ、32：スプリング、33：吸気カム軸、33a：吸気カム
 、33a1：カム作用部、33a2：非カム作用部、35：ベアリングキャップ、
 37：バルブリフタ、40：VCT機構、42：油路、
 43：オイルコントロールバルブ、44：油路、45：油路、
 47：スプロケット、50：排気バルブ、55：入力部材、55a：取付孔
 56：出力部材、58：ボルト、60：油溝、61：油溝、62：油孔、
 63：油孔、S1：油室、S2：油室、68：油溝、69：油溝、70：油路、
 71：油路、80：制御装置、81：回転数演算手段、82：実カム角演算手段
 、
 83：目標カム角演算手段、84：OCV制御演算手段、
 85：燃料噴射量制御手段、86：点火時期演算手段、87：ノック状態演算手段、
 88：運転状態判定手段、89：ノック制御演算手段、90：運転状態検出手段、
 100：船外機、101：船体、101a：船尾板、
 102：クランプブラケット、103：ダンパ部材、104：推進ユニット、
 105：スイベルブラケット、106：チルト軸、107：カウリング、

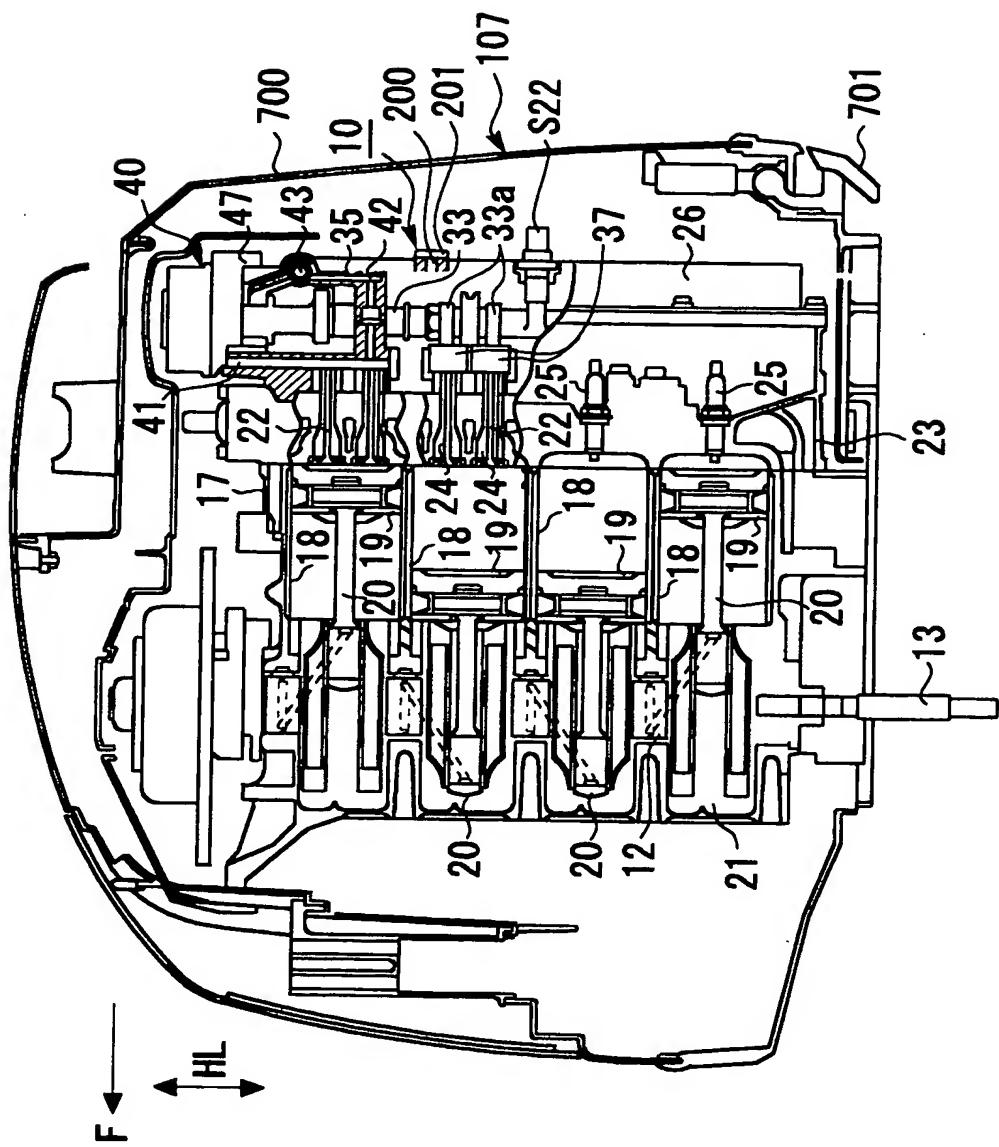
108：アッパークース、109：ローアーケース、131：燃料ポンプ、
150：揺動アーム部材、151：揺動軸、S11：スロットルポジションセン
サ、S12：吸気圧センサ、S13：油圧センサ、S14：水温センサ、
S16：ノックセンサ、S19：A/Fセンサ、S20：吸気温センサ、
S21：第一のカム角センサ、S22：第二のカム角センサ、
S23：点火信号センサ、S89：シフト位置検出手段、
S88：シフト操作検出手段。

【書類名】 図面

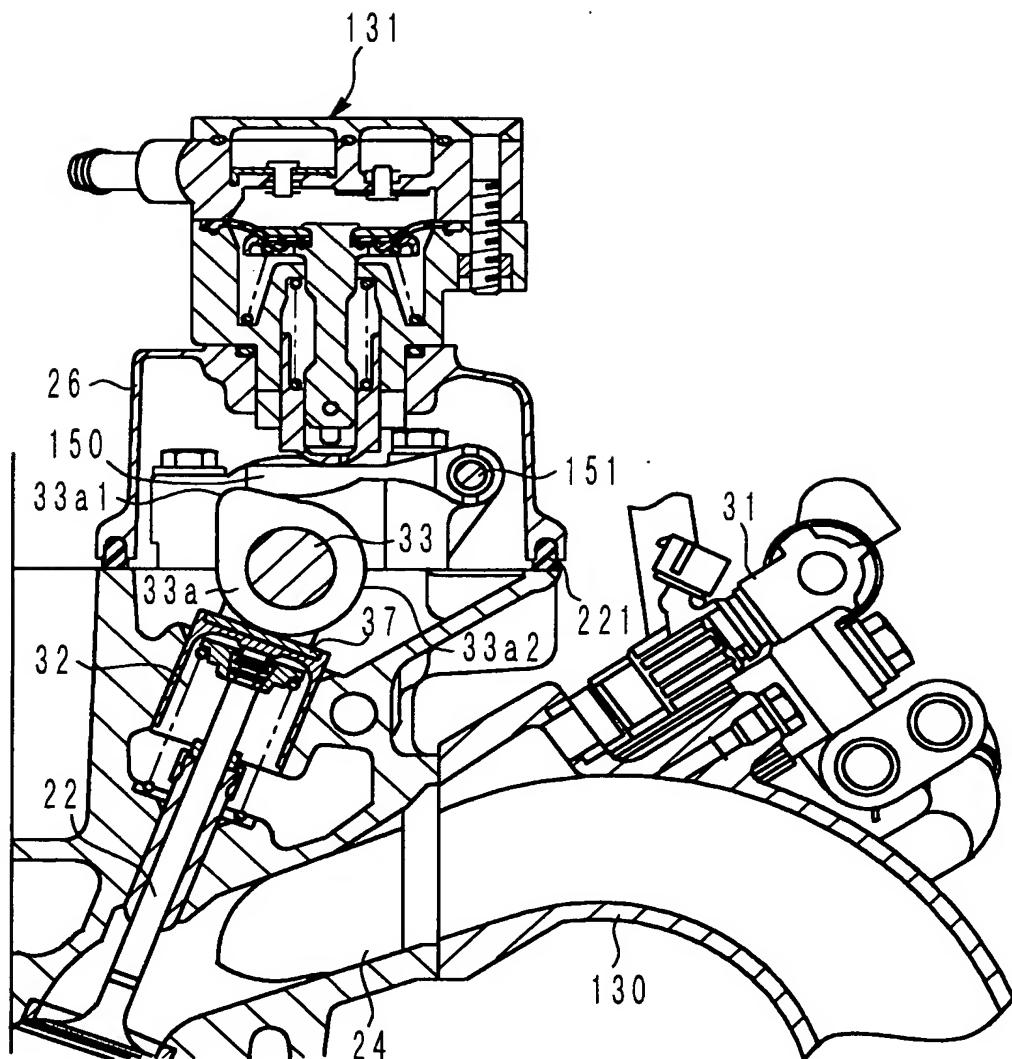
【図 1】



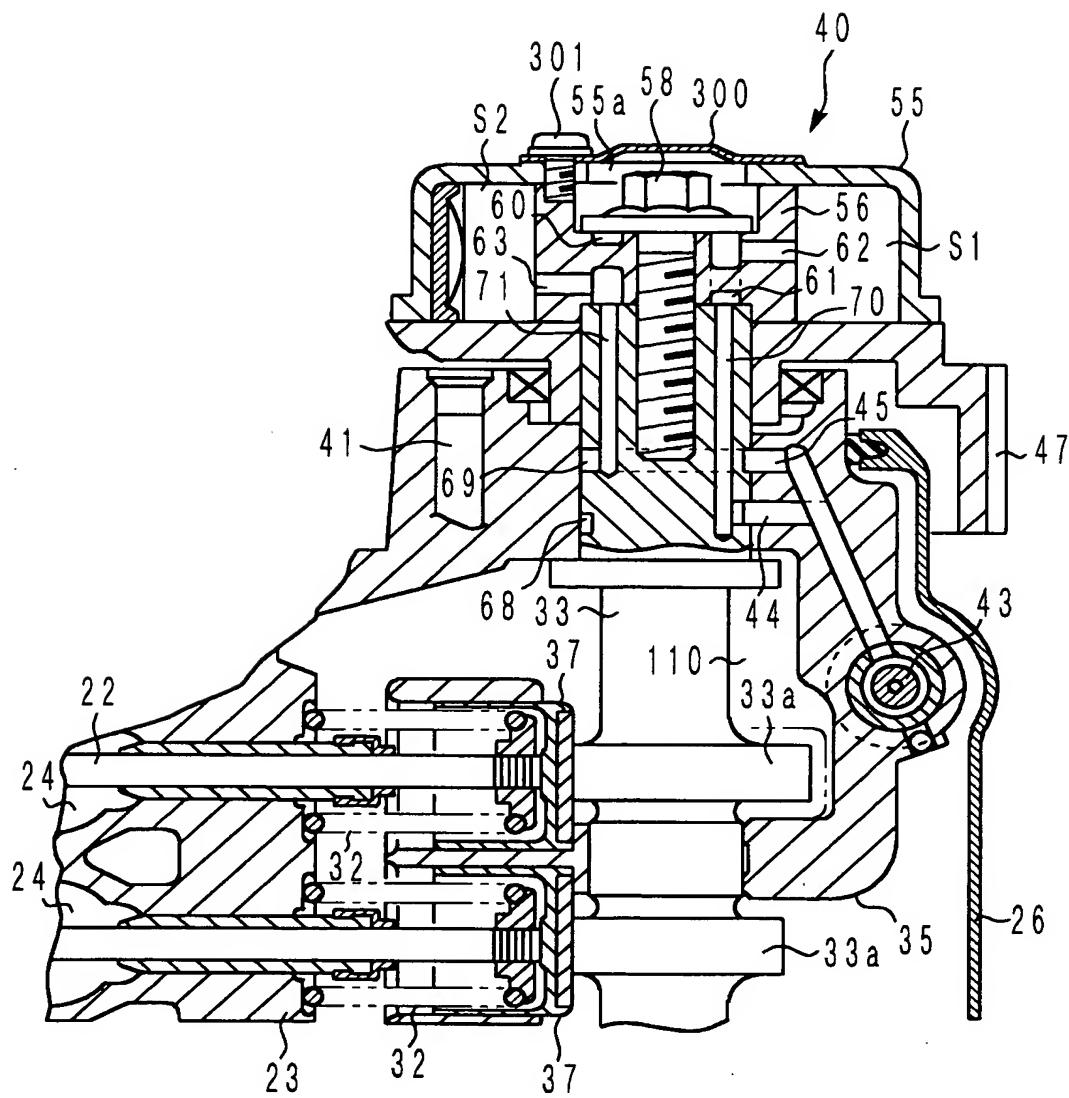
【図2】



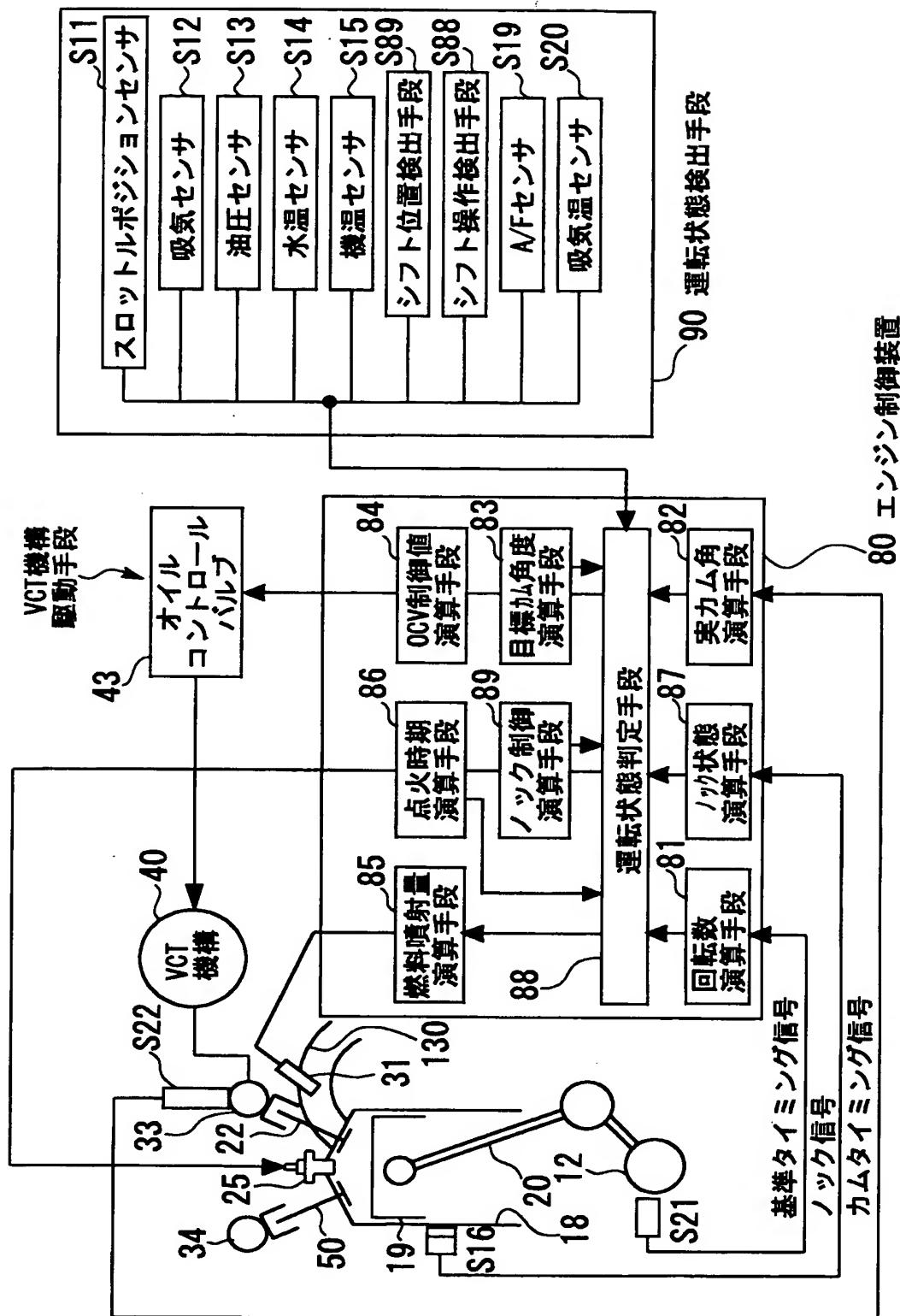
【図3】



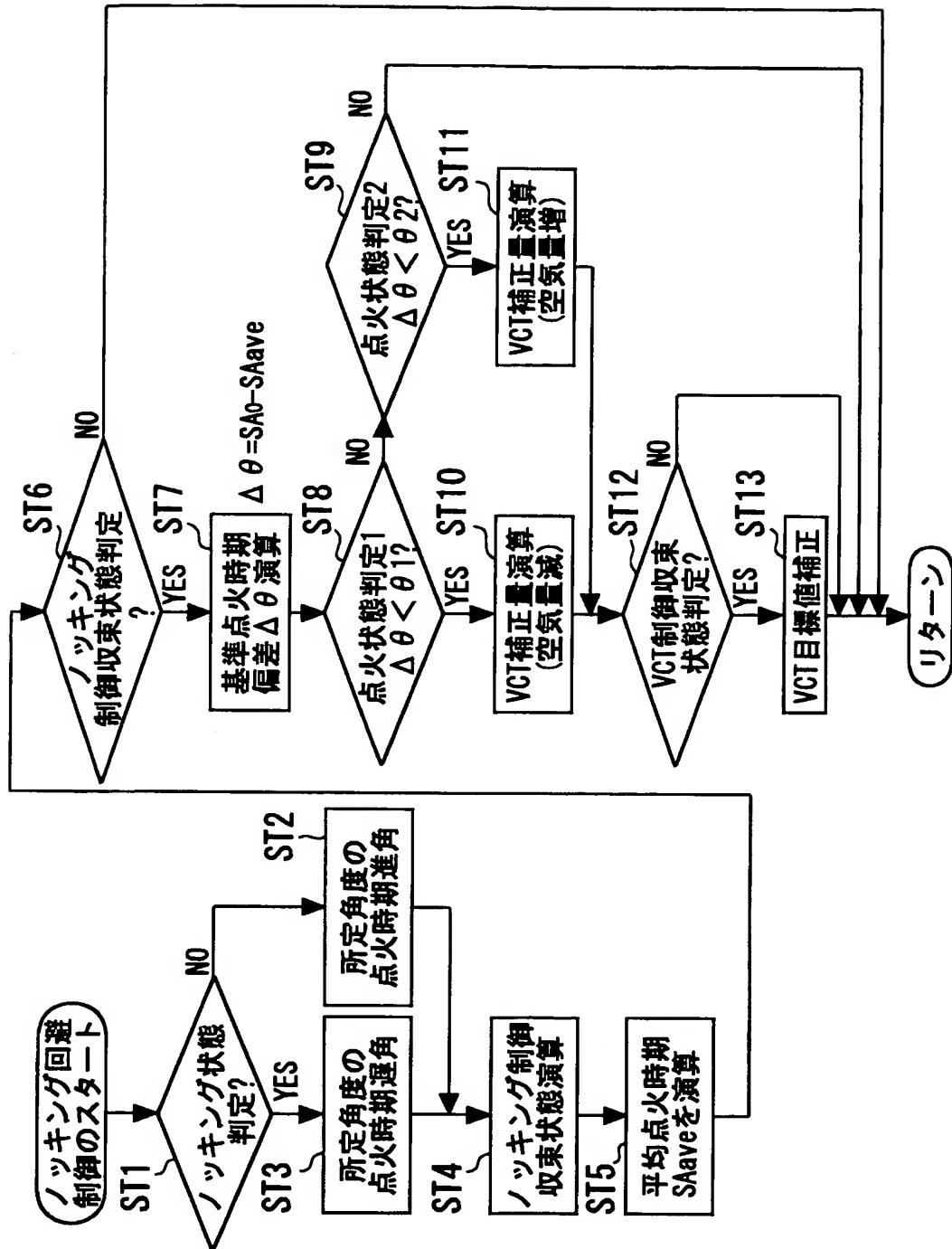
【図4】



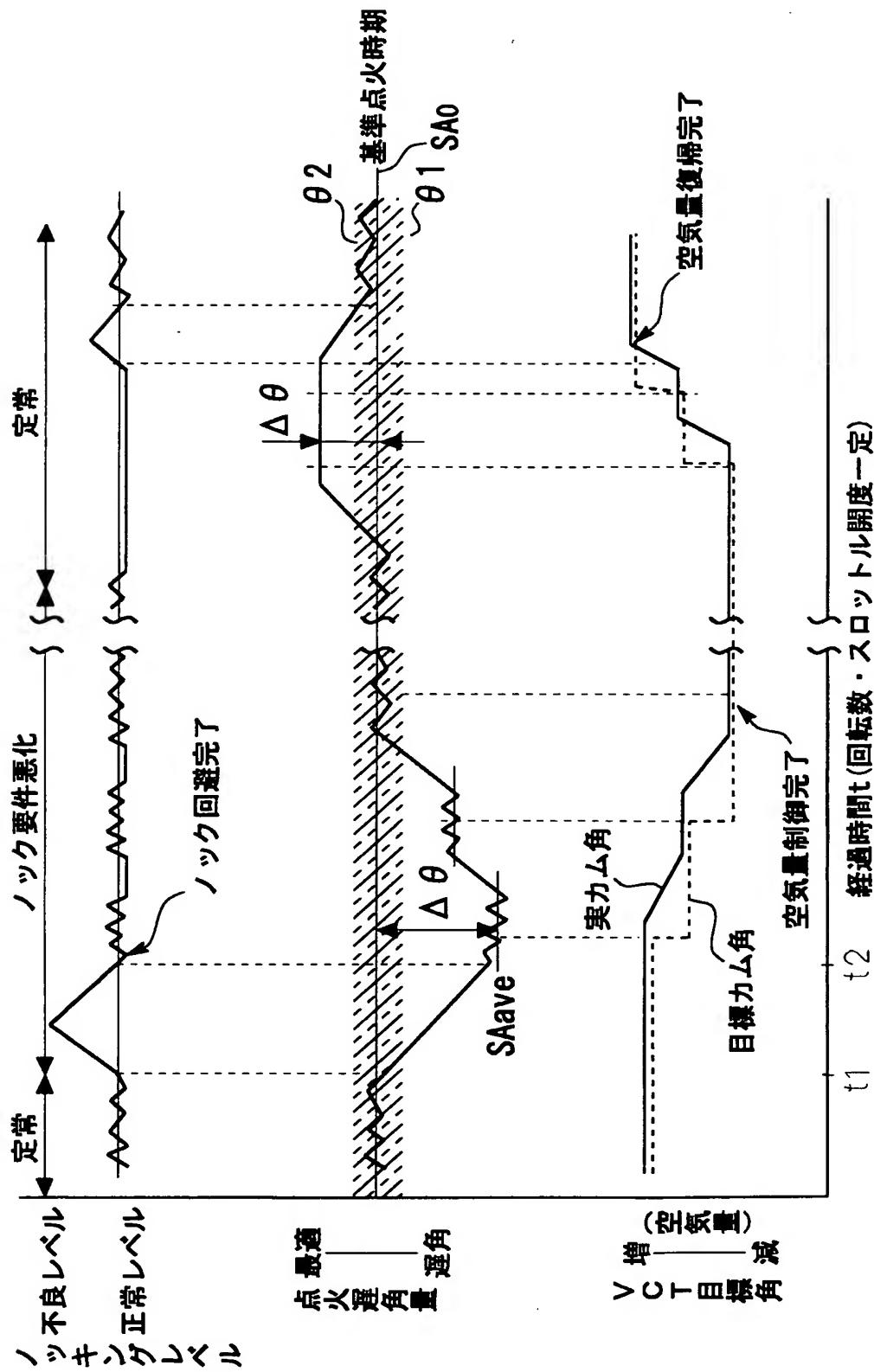
【図 5】



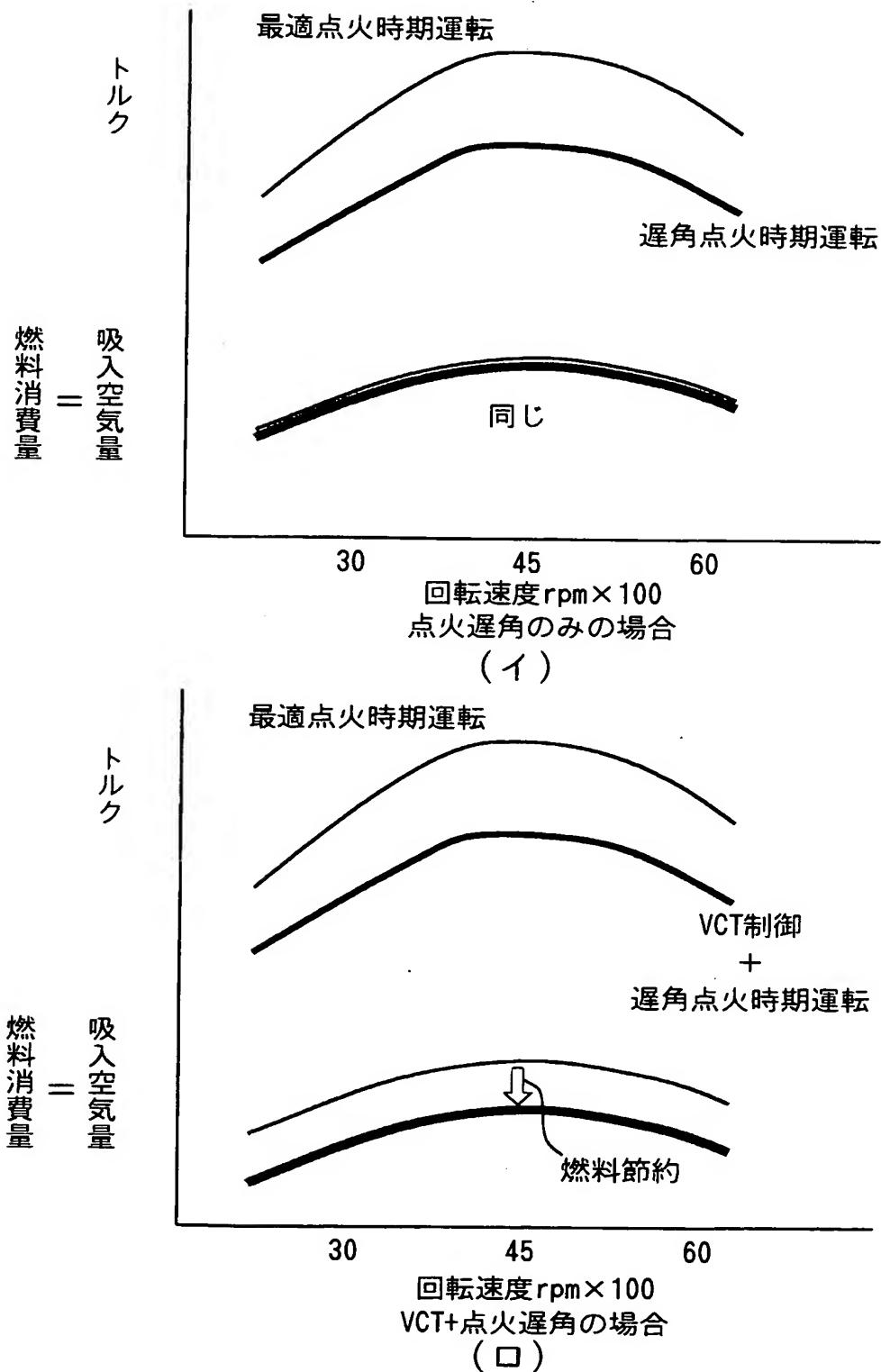
【図 6】



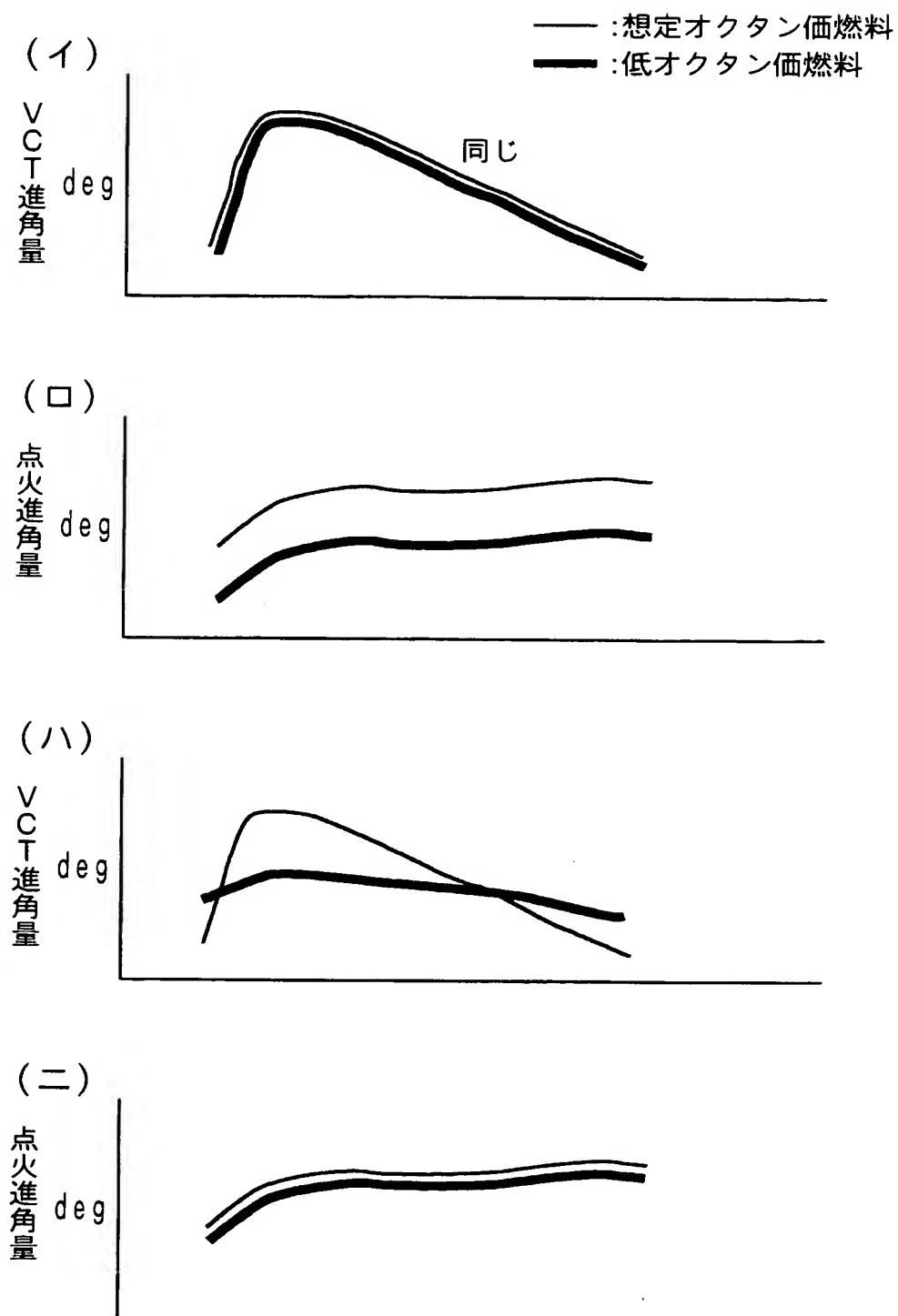
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 船外機用4サイクルエンジンに適用して、エンジンにノッキングが発生した場合に、燃量消費率の悪化を来すこと無くノッキングの回避、抑制を遂行するノッキング回避システムを得ること。

【解決手段】 船外機用4サイクルエンジン10のノッキング回避制御システムは、ノック制御演算手段90と、ノッキング検出手段S16、87とを有し、そのノッキング検出手段S16、87のノッキング検出時に該検出したノッキングを低レベル側へ収束させるように点火時期制御手段80、86によって点火時期を遅角制御し、検出ノッキングが所定の低レベルに収束後に該所定の収束レベルを維持するようにVCT機構駆動手段43を介して可変カムタイミング（VCT）機構40によって吸気弁22の開閉タイミングを吸入空気の減量側へ補正制御する。

特願2002-331550

出願人履歴情報

識別番号 [000176213]

1. 変更年月日 [変更理由]	1990年 8月 7日 新規登録
住 所 氏 名	静岡県浜松市新橋町1400番地 三信工業株式会社
2. 変更年月日 [変更理由]	2003年 2月 24日 名称変更
住 所 氏 名	静岡県浜松市新橋町1400番地 ヤマハマリン株式会社